

Del uso de las arenas húmedas en morteros y concretos

POR

J. POBLETE MANTEROLA

A. Morteros

El peso del M³ de arena es variable según su grado de humedad.—Es de importancia en la confección de morteros y concretos tomar nota del grado de humedad de la arena, el que puede influir notablemente en la dosis de aquéllos, variándolas. Es fácil comprobar que a igualdad de volumen, la arena húmeda pesa menos que la arena seca; el mínimun de peso se produce cuando la proporción de agua es de 3-5 % del peso de la arena; más allá, el peso total aumenta lentamente, mientras disminuye la cantidad de arena seca contenida en 1 M³ de arena húmeda.

Es corriente que arenas de río o playa, aún cuando estén a salvo de las más altas mareas, tengan grados de humedad que fluctúen entre 0 y 3 %.

En general, los pliegos de condiciones estipulan que la arena sea suministrada seca en el momento de su empleo; se tendrá así la garantía de emplear siempre un mortero o concreto conforme a las proporciones estipuladas. Pero, en faenas de magnitud, será difícil en general, si no impracticable, el sequio de la arena. Basta con realizar un atento estudio de la variación del peso de ella según su grado de humedad y hacer las correcciones correspondientes.

Estudio práctico sobre una arena de playa.—El gráfico adjunto resume un estudio al respecto, de la arena de un punto de la playa de Salinas (Viña del Mar) y que muestra en una forma palpable cómo influye la humedad en el peso de aquélla. Este decrece para humedades comprendidas entre 0 y 3 %, obteniéndose el mínimun para este último valor, punto para el que el peso desciende de 11,2 % con respecto al de la arena seca. Sobre 3 % de humedad, el peso aumenta lentamente.

Con un M³ de arena húmeda se confeccionará entonces un mortero compuesto de:

500 Ks. cemento y 0,876 M³ arena seca
 573 » » » 1.00 » » »

En resumen, si no se toma en cuenta el grado de humedad de la arena, se confeccionará morteros con 573 Kgs. de cemento por M³ de arena, es decir, se empleará un exceso por M³ de arena de 73 Ks. de cemento, o sea, un 14.6 % sobre el indicado.

Para no caer en este error será preciso hacer efectiva la corrección del volumen de arena húmeda a emplear. La cantidad de ella equivalente a 1 M³ de arena seca se deduce como sigue:

$$\begin{array}{l} \text{En peso} \\ \text{En volumen} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \frac{X}{X} \times 0,97 = 1555 \\ \qquad \qquad \qquad = 1603 \text{ Kgs.} \\ 1 + \frac{1603 - 1398}{1398} = 1,146 \text{ M}^3 \end{array} \right.$$

Son en definitiva equivalente estos dos morteros:

500 Ks. de cemento y 1.00 arena seca
 500 » » » » 1,146 » húmeda

Observación.—Es evidente que para caso y para cada faena será conveniente estudiar un gráfico como el que se acompaña, ya que este gráfico ha de ser distinto para distintas clases de arenas.

Especialmente es recomendable un estudio al respecto en climas variables, donde una sequía prolongada se sucede a atmósferas húmedas. Se estará así a salvo de estar confeccionando morteros más ricos o más pobres, según las épocas del año.

Experiencias efectuadas y que demuestran la influencia del empleo de arenas húmedas sobre el rendimiento en volumen de los morteros.—Experimentalmente es fácil comprobar los cálculos teóricos efectuados. Se ha hecho cuatro experiencias con arenas, cuya densidad y % de humedad, se indican en el cuadro siguiente:

ARENA USADA		Mortero		Rendimiento en mortero de 1 x M3 arena	Peso de la arena por M3	Mayor peso de la arena seca sobre la húmeda	Disminución del rendimiento en mortero con arena húmeda	Volumen de mortero obtenido
		Cem.	Arena					
		Kgs	M ³	M ³	Kgs	%	%	M ³
a	Arena seca	500	1.00	1.018	1555	—	—	1.018
b	Arena húmeda	500	1.00	0.911	1405	10.70	10.50	0.911
c	» humedad 1,2% »	500	1.10	0.911	1405	10.70	10.50	1.002
d	» »	500	1.15	0,911	1405	10.70	10.50	1.048
e	» »	500	1,117	0.911	1405	10.70	10.50	1,018

Si se confecciona el mortero con arena húmeda (mortero b), se obtiene una disminución de su volumen de 10,7 %, lo que se traduce en un mayor gasto de cemento por M³ de arena de:

En peso..... 58,7 Ks.
 En %..... 11,17 %

Por interpolación entre c y d se deduce que se precisa 1.117 M³ de arena húmeda (equivalente a 1.00 M³ de arena seca) para obtener 1.018 M³ de mortero.

La figura núm. 2 es la representación gráfica de las experiencias efectuadas.

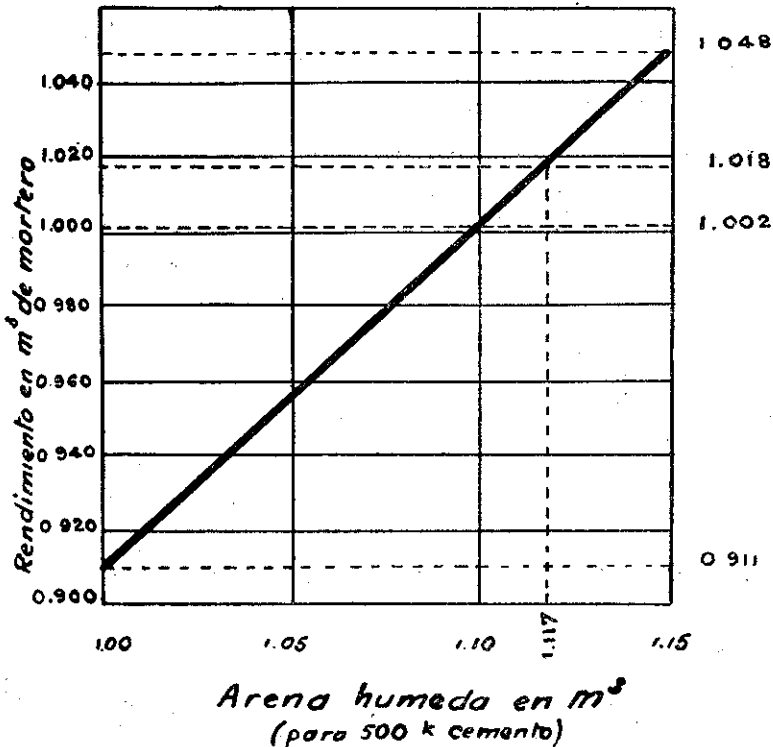
Teóricamente, puede llegarse a este mismo resultado, lo que prueba la bondad de las experiencias efectuadas. Como se hizo ya una vez, se deduce que el equivalente en arena húmeda a 1.00 M³ de arena seca, es:

$$\begin{aligned}
 & X \cdot 0,988 = 1555 \\
 \text{En peso, kgs.} & \dots\dots\dots X = 1574 \text{ Kg} \\
 \text{En volumen.} & \dots\dots\dots \frac{1 + 1574 - 1405}{1405} = 1.12 \text{ M}^3
 \end{aligned}$$

Observación.—Es evidente que la no rectificación del volumen de arena (cuando se la usa húmeda), traerá como consecuencia:

- 1) Un enriquecimiento del mortero, luego una mayor resistencia,
- 2) y esto a costa de una pérdida en dinero efectivo por parte del constructor, fácil de calcular en cada caso.

Fig 2.



B.—Concretos

Importancia de un concreto sin huecos.—Es en los concretos donde más influencia puede ejercer una incorrecta dosificación de sus materiales constitutivos. En efecto, la dosis de un concreto puede haber sido teóricamente calculada, de modo que el volumen de mortero sea el necesario para formar una masa prácticamente impermeable, es decir, una masa en que todas las piedras queden completamente envueltas en mortero. Condición de alta importancia para trabajos que han de quedar expuestos a causas especiales de destrucción, principalmente obras marítimas.

Dosificando el mortero con arenas húmedas, se obtendrá un volumen de él menor que el previsto, un volumen tal, que no alcance a llenar completamente los huecos entre las piedras. Se confeccionará así, en vez de un concreto lleno, un concreto con huecos.

Experiencias realizadas. Se han confeccionado 12 cubos de concreto de $0,30 \times 0,30 \times 0,30$ M con:

Cemento Melón.

Arena de playa, (la indicada en el párrafo anterior).

Piedra chancada, entre 1×6 cms.

El examen del cuadro anexo ahorra explicaciones. Supongamos que el pliego de condiciones de cierta obra estipule un concreto de:

500 Kgs. cemento.

1,00 M³ de arena.

2,00 » » piedra chancada.

ARENA USADA	Dosis mortero para 1 M ³ piedra		Llenos y huecos de 1 M ³ piedra		Suma de llenos y huecos	Rendimiento en mortero	Rendimiento en concreto	Resistencia, compresión ks. X cm ²	Resistencia media ks. X cm. ²
	Cemento	Arena	Llenos	Huecos					
a) Arena seca.....	Kgs. 225	M ³ 0,50	M ³ 0,562	M ³ 0,509	M ³ 1.071	M ³ 0,509	M ³ 1.071	{ 218 226 218 — — 243 231 268 167 192 209	220,70
b) Arena húmeda		0,50	0,562	0,509	1.071	0,455	1.017		
c) Arena húmeda		0,50 + 0,50 × 10%	0,562	0,509	1.071	0,501	1.063		
d) Arena húmeda		0,50 + 0,50 × 15%	0,562	0,509	1.071	0,524	1.086		
e) Arena húmeda...		0,50 + 0,50 × 11,7%	0,562	0,509	1.071	0,509	1.071		

El M³ de piedra chancada entre 1-6 cms. contiene 0,509 M³ de huecos, los que se llenan íntegramente con el mortero dosificado con arena seca. Se obtiene así un concreto sin huecos (1).

(1) El volumen absoluto de llenos y huecos de 1.00 M³ de piedra chancada entre 1-6 cms., según experiencias, es:

Llenos.....	0,562 M ³
Huecos.....	0,438 »
	1.000 M ³

Pero la condición de que cada elemento quede completamente envuelto en mortero, se traduce en un aumento del volumen de huecos. De consideraciones teóricas y prácticas se deduce que ese aumento de los huecos se iguala (para chancado entre 1-6 cms.) al 12,6 % del volumen de llenos.

En definitiva, para obtener un concreto lleno, sin huecos, se debe:

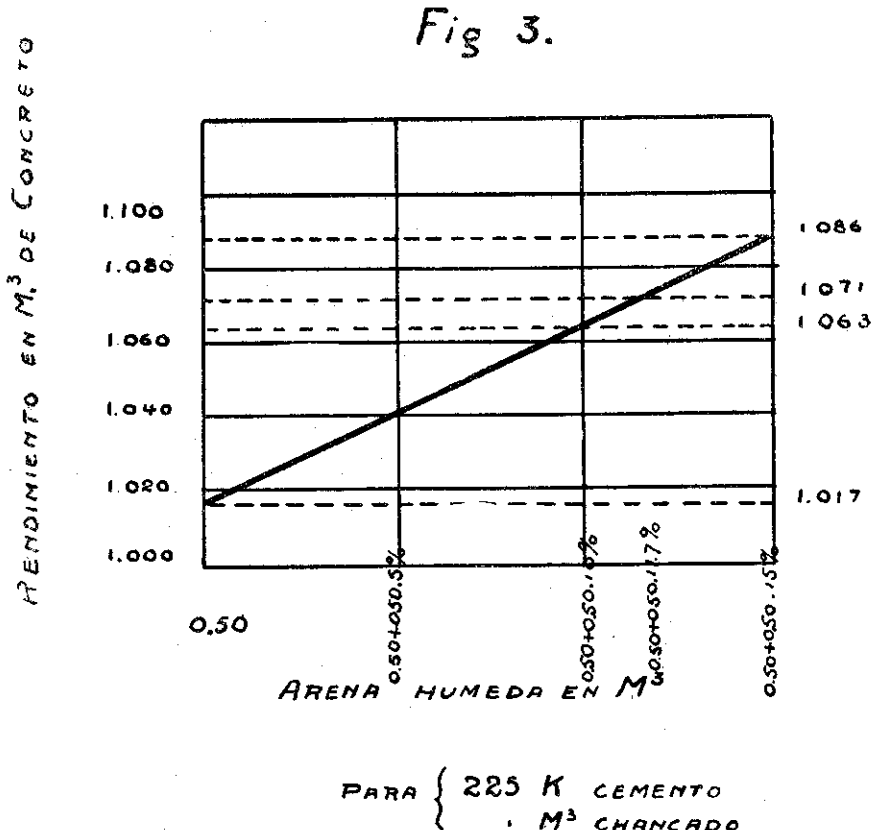
Lenar por M ³ de chancado entre 1-6 cms.....	0,509 M ³
Volumen de llenos de 1 M ³ chancado.....	0,562 »
	1.071 M ³

Dosificado el mortero con arena húmeda, se obtiene sólo 0,455 M³. de mortero, que no alcanza a llenar completamente los huecos entre las piedras. Quedará en la masa del concreto, almacenado un volumen de huecos de 54 lts. Circunstancia que no debe tolerarse, como se ha dicho, para obras expuestas a causas especiales de destrucción, como obras marítimas.

De acuerdo con lo dicho en el párrafo anterior, será necesario aumentar el volumen de arena húmeda, de 11.7%, es decir, serán equivalentes estos dos concretos:

$$\left\{ \begin{array}{l} 500 \text{ ks. cemento, } 100 \text{ M}^3 \text{ arena seca, } 2\text{M}^3 \text{ chancado} \\ 500 \text{ » } \text{ » } 1.117 \text{ » } \text{ » } \text{ húmeda } 2\text{M}^3 \text{ » } \end{array} \right.$$

La fig. N.º 3 es la representación gráfica de las experiencias realizadas.



Naturalmente que bloques de concreto confeccionados en estas condiciones deberán dar las mismas resistencias. Se han ensayado a la compresión los 12 bloques a que se refiere el cuadro. Interpolando entre c y d y para un aumento de arena húmeda de 11.7%, se obtiene una resistencia de 220,06 ks./cm² prácti-

camente igual a la obtenida para los bloques con 1.00 M³ de arena seca (220,70 ks/cm²). *

C. Conclusiones

1). La densidad de la arena húmeda es absolutamente variable. Depende de la cantidad de agua contenida en ella. En general, la densidad de la arena húmeda disminuye hasta cierto límite y a medida que aumenta el grado de humedad sobre cero. Pasado el cual la densidad aumenta.

2). Dosificando los morteros con arenas húmedas se obtiene rendimientos absolutamente variables, variabilidad que depende de la cantidad de agua contenida en la arena.

3). El volumen de la arena que entra en un mortero o concreto *debe entenderse que se debe dosificar con arena seca.*

4). Cuando se use arena húmeda en la confección de mortero y concreto debe determinarse según experiencias, el volumen de ella equivalente a 1.00M³ de arena seca. *

5). La no observancia de esta regla dará por resultado:

a) Para los morteros, la confección de un mortero más rico en cemento que el indicado, luego una mayor resistencia y un menor rendimiento.

b) Para los concretos, en general un aumento de los huecos alojados en su masa y un menor rendimiento.

Sólo experiencias como las descritas y realizadas para cada caso particular indicarán la magnitud de estos efectos.

* Esto supone una caída proporcional de la resistencia entre c y d, lo que teóricamente se puede demostrar.

* Esta corrección se ha hecho efectiva en la confección de 130 000 M³ de concreto que se están ejecutando en las obras del Puerto de Valparaíso.